

**Europäische Fachhochschule**

---

**European Applied Sciences**

#11 – 2014

---

**Impressum**

European Applied Sciences  
Wissenschaftliche Zeitschrift

**Herausgeber:**

ORT Publishing  
Schwieberdingerstr. 59  
70435 Stuttgart, Germany

Inhaber: Konstantin Ort

Tel.: +49(711)50432575  
Fax: +49(711)50439868

info@ortpublishing.de  
www.ortpublishing.de

Die Herausgabe *verfolgt keine kommerziellen Zwecke* und wird durch die gemeinnützige Organisation „Zentrum der sozial-politischen Forschungen „Premier“ (Krasnodar, Russische Föderation) unterstützt, [www.anopremier.ru](http://www.anopremier.ru).

**Chefredakteur:**

Prof. Dr. iur. utr. Marina Savtschenko, Russia

**Redaktionskollegium:**

Apl.-Prof. Dr. phil. Lutz Schumacher, Germany  
Prof. Dr.-Ing. Johannes Pinnekamp, Germany  
Dr. phil. Carsten Knockret, Germany  
Dr. rer. soc. Dr. phil. Dietrich Pukas, Germany  
Prof. Dr. phil. Kristina Reiss, Germany  
Prof. Dr. oec. Susanne Stark, Germany  
Dr. disc. pol. Alexej Kiseljov, Russia  
Dr. oec. Saida Bersirova, Russia

**Korrektur:**

Andreas Becker

**Gestaltung:**

Peter Meyer

**Auflage:**

Nº 11 2014 (November) – 500  
Redaktionsschluss Dezember 2014  
Erscheint monatlich  
ISSN 2195-2183

**© ORT Publishing**

Der Abdruck, auch auszugsweise, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung von ORT Publishing gestattet.

Die Meinung der Redaktion oder des Herausgebers kann mit der Meinung der Autoren nicht übereinstimmen. Verantwortung für die Inhalte übernehmen die Autoren des jeweiligen Artikels.

**Editor-in-chief:**

Marina Savtschenko, Russia

**International editorial board:**

Lutz Schumacher, Germany  
Johannes Pinnekamp, Germany  
Carsten Knockret, Germany  
Dietrich Pukas, Germany  
Kristina Reiss, Germany  
Susanne Stark, Germany  
Alexey Kiselev, Russia  
Saida Bersirova, Russia

**Editorial office:**

ORT Publishing  
Schwieberdinger Str. 59  
70435 Stuttgart, Germany

Tel.: +49(711)50432575  
Fax: +49(711)50439868

info@ortpublishing.de  
www.ortpublishing.de

European Applied Sciences is an international, German/ English/ Russian language, peer-reviewed journal and is published monthly.

Nº 11 2014 (November) – 500 copies  
Passed in press in December 2014  
ISSN 2195-2183

**© ORT Publishing**

## Section 11. Technical sciences

- Shmukler Valery Samuilovich,*  
O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv,  
professor, Department of building constructions
- Kukunaev Vladimir Sergeevich,*  
KrymNIIProekt,  
professor, deputy of director on the advanced study
- Psurtseva Nina Alekseevna,*  
O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv,  
associate professor, Department of building constructions
- Potapov Pavel Gennadevich,*  
O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv,  
competitor, Department of building constructions

### Experimental research of damping properties of some materials at static loads

- Шмуклер Валерий Самуилович,*  
Харьковский национальный университет  
городского хозяйства имени А. Н. Бекетова,  
профессор кафедры строительных конструкций
- Кукунев Владимир Сергеевич,*  
институт КрымНИИпроект,  
профессор, заместитель директора по научной работе
- Псурцева Нина Алексеевна,*  
Харьковский национальный университет  
городского хозяйства имени А. Н. Бекетова,  
доцент кафедры строительных конструкций
- Потапов Павел Геннадьевич,*  
Харьковский национальный университет  
городского хозяйства имени А. Н. Бекетова,  
соискатель кафедры строительных конструкций

### Экспериментальное исследование демпфирующих свойств некоторых материалов при статических нагрузках

Анализ работы зданий, располагаемых на склоновых территориях и возводимых в сложных инженерно-геологических и сейсмических условиях, показывает, что при обеспечении их геометрической неизменяемости приходится сталкиваться с необходимостью уточнения нагрузок, отражающих особенности деформирования системы и влияния их на удерживающие сооружения. В свою очередь, корректный учет влияния качественных и количественных характеристик напряженно-деформированного состояния конструктива на поле нагружения, приводит к нелинейным постановкам этой проблемы. Однако, в рабочем проектировании упомянутый подход не нашел широкого применения. Прежде всего, подобное обстоятельство предопределено применением в проектировании, в основном, линейных расчетов конструкций. Тем не менее, работы 70–80-х годов<sup>1</sup>, времени наибольшего научного интереса к развитию теории сейсмостойкости зданий и сооружений, обозначили особое внимание исследователей (по понятным причинам) к учету в таких расчетах нелинейных, т. е. упругопластических деформаций. В свою очередь, построение нелинейных моделей основано на знании динамических характеристик сооружений и параметров затухания колебаний, что, как следствие приводит к необходимости исследования упругих, упругопластических и упруго-вязких состояний, возникающих в элементах системы при сейсмическом нагружении.

Алгоритмы решения нелинейных задач, как правило, представляют собой процедуры итерационного типа<sup>2</sup>. При этом, их основой является сведение (на каждом шаге итераций) исследуемой задачи к линейной. Сказанное относится как к методу последовательных приближений, так и шаговому. Особый интерес представляют компиляторы упомянутых методов, позволяющие учитывать физическую, геометрическую, конструктивную и другие виды нелинейностей<sup>3</sup>.

При этом, постановки нелинейных задач динамики сооружений предполагают наличие репрезентативной информации о характеристиках затухания для различных форм колебаний сооружения и зависимости этих характеристик от амплитуд колебаний. Известно, что даже малое изменение затухания, в особенности, в диапазоне значений относительного поглощения энергии  $\psi$  от нуля до 0,6 (0–5% критического затухания), существеннейшим образом отражается на сейсмической реакции сооружения. В частности, известно немало

<sup>1</sup> Адаптивные системы сейсмической защиты сооружений. Под редакцией Я. М. Айзенберга. – М.: Наука, 1978. – 233 с.; Ньюмарк Н., Розенблют Э. Основы сейсмостойкого строительства. – М.: Стройиздат, 1980. – 344 с.

<sup>2</sup> Шмуклер В. С., Климов Ю. А., Бурак Н. А. Каркасные системы облегченного типа. – Харьков: «Золотые страницы», 2008. – 336 с.

<sup>3</sup> Городецкий А. С., Шмуклер В. С., Бондарев А. В. Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – 889 с.

способов аналитического учета затухания. Однако, достаточно точные действительные значения характеристик затухания не могут быть определены теоретически. В основном, обозначаются лишь возможные пределы изменения этих характеристик. Важнейшей задачей теории сейсмостойкости, да и вообще прикладной динамики сооружений, остается экспериментальное исследование затухания колебаний в различных сооружениях при их возможных формах, при этом, для разных материалов и видов напряженного состояния.

Так, например, в практике строительства при проектировании многих большепролетных гибких и высоких конструкций, подвергающихся вибрациям и характеризующихся малыми собственными частотами, а также пониженными демпфирующими свойствами, применяются устройства активной сейсмозащиты. Отказ от их применения, как правило, увеличивает риск проявления резонансных явлений, а также усталостных разрушений и трещинообразования. В итоге нормальная эксплуатация таких сооружений становится невозможной<sup>1</sup> (рис. 1 и 2).

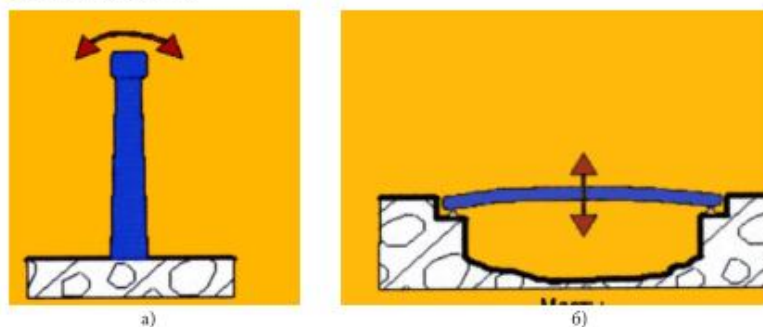


Рис. 1. Примеры конструкций, чувствительных к вибрации:  
а — антенны и дымовые трубы; б — мосты

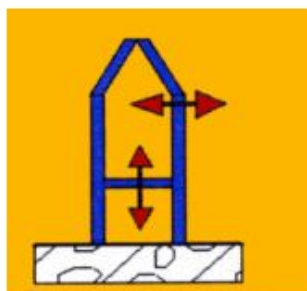


Рис. 2. Схема высотного сооружения, чувствительного к вибрации

Принцип работы динамических гасителей и вязких демпферов, относящихся к устройствам активной сейсмозащиты, заключается в том, что они присоединяются к конструкции в точке, в которой проявляются наибольшие уровни (амплитуды) колебаний. Наибольший интерес для решения рассматриваемых задач (из всего многообразия демпфирующих устройств) представляет маятниковый динамический гаситель колебаний МТМД-3<sup>2</sup>, схема использования которого показана на рис. 3.

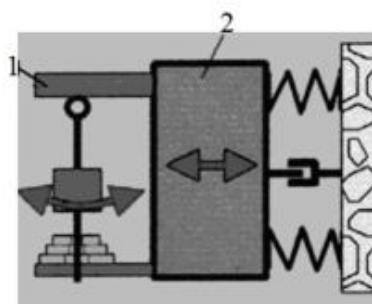


Рис. 3. Пример использования демпферов:  
1 — гаситель с массой и маятником; 2 — эквивалентная масса конструкции

Из приведенной схемы видно, что в состав гасителя включены фрикционные диски, выполняющие функции демпфера, использующего «сухое» трение.

<sup>1</sup> [http://www.maurer-soehne.ru/files/bauwerkschutzsysteme/pdf/en/brochure/TMD\\_RU.pdf](http://www.maurer-soehne.ru/files/bauwerkschutzsysteme/pdf/en/brochure/TMD_RU.pdf)

<sup>2</sup> Поляков С. В. Сейсмостойкие конструкции зданий (Основы теории сейсмостойкости). – М.: Высшая школа, 1983. – 304 с.

Обозначенные предпочтения, задаваемые устройствами защиты в совокупности с отсутствием необходимого количества данных о действительном влиянии «сухого» трения, явились поводом для проведения экспериментальных исследований работы некоторых устройств. Целью настоящих экспериментов было определение величины сопротивления демпфирующих устройств при статическом монотонном нагружении. Объектами исследований приняты: цилиндр с наполнителем из металлических шариков или незамерзающей туговязкой жидкости. Кроме этого, были предприняты попытки определения сопротивления при взаимном сдвиге глиняных кирпичей, обусловленного «сухим» трением. Упомянутый пластиковый цилиндр имел длину  $L = 90$  мм и диаметр  $d = 25$  мм. Один из металлических торцов цилиндра снабжен фланцем с отверстием и «сальником» для пропуска штока с поршнем во внутрь цилиндра (рис 5–7). На рис. 4 показана принципиальная схема установки и опытного цилиндра.

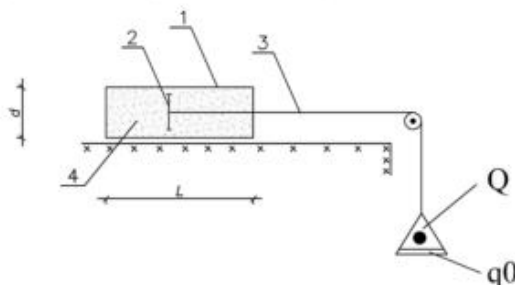


Рис. 4. Схема установки

1-корпус цилиндра; 2-поршень; 3-шток; 4-наполнитель



Рис. 5. Цилиндр с отдельными стальными шариками



Рис. 6. Цилиндр со смазкой



Рис. 7. Виды «поршней»

**Методика испытаний.** Исследованы характеристики двух видов наполнителя: 1 — стальные шарики диаметром 2,35 мм (рис. 5) и 2 — смазка Литол-24 ГОСТ 21150-87 (рис. 6), предназначенная для применения при  $t^{\circ}\text{C} = -40 \div 120$ . Всего реализовано 3 опыта, из которых два проведены с использованием опытного цилиндра (рис. 5), а третий — с использованием установки, показанной на рис. 11. В первом опыте, выполненном при наполняемости цилиндра (по объему) 70%, нагрузка прикладывалась ступенями соответственно 3, 4, 5 и 20,25 Н. На каждой ступени нагружения измерения времени движения выполнялись 5 раз (табл. 1).

Основные этапы проведения испытания материала в 1-м опыте следующие:

- подготовка установки для испытания (нанесение на внешней поверхности цилиндра меток; разметка длины цилиндра на 10 участков, при этом, длина хода штока — 42,5 мм; внутренний диаметр цилиндра — 20 мм;
- освобождение наполнителя № 1 на 3/10 от объема полностью заполненного цилиндра;
- на каждом шаге приложения нагрузки фиксация времени движения поршня и штока цилиндра.

При исследовании свойств наполнителя были использованы несколько видов поршней (рис. 7): крестообразного (для испытания наполнителя № 1 из стальных шариков), и поршня в виде диска с 6-ю круглыми отверстиями диаметром 2,5 мм (для испытания

наполнителя № 2). Основной задачей испытаний явилось определение зависимости скорости движения поршня, как функции от величины нагрузки при статическом нагружении.

Таблица 1. – Результаты испытаний наполнителя № 1

№	Наполняемость цилиндра материалом, (%)	Нагрузка $P$ (Н)	Время движения поршня $t$ (сек.)	Скорость $v$ (мм/сек)	Кэф. затухания $C = P/v$ ( $10^{-1} \cdot \text{Н} \cdot \text{сек} / \text{мм}$ )
1	70	5,0	0,2	212,5	0,235
2	70	4,0	0,6	70,8	0,565
3	70	3,0	1,03	41,26	0,727
4	70	1,0	0,67	63,4	0,158
5	70	1,2	0,43	98,8	0,121
6	70	1,3	0,5	85	0,153
7	70	1,4	0,32	132,8	0,105
8	70	1,5	0,33	128,8	0,116
9	70	2,0	0,35	121,4	0,165
10	70	4,0	0,2	212,5	0,188

Кроме этого, первый опыт дополнительно был выполнен с введением внутрь цилиндра смазки из машинного масла. На основании результатов, приведенных в табл. 1, составлен график зависимости скорости от нагрузки (рис. 8), из которого видно, что:

- данные о нагрузке и скорости обозначены соответственно номерами серий цифрами 1 и 2;
- одинаковые значения скорости в дополнительном испытании по сравнению с основным опытом могут быть достигнуты при гораздо меньшей нагрузке.

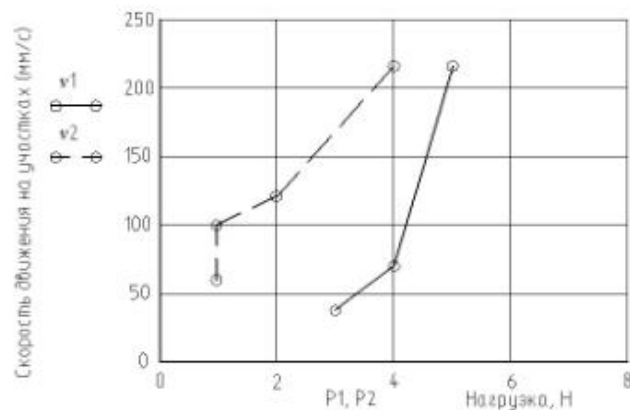


Рис. 8. График зависимости скорости от нагрузки

При испытании материала наполнителя № 2 («Литол») на боковой поверхности испытуемого цилиндра были нанесены деления с промежутками, равными 1 мм, в пределах отрезка длиной 10 мм. Время движения поршня определялось при помощи видеосъемки и компьютерной обработки. Было принято, что расстояние от начала пути до начала каждого отрезка пути, совершаемого поршнем в среде наполнителя, может быть выражено вектором  $\{S\}$ , а время движения (в секундах) на данном отрезке пути движения, относительно начала каждого отрезка движения, составляет  $\{\Delta t_i\}$ .

Так, применительно к нагрузке 9,0 Н расстояния и время движения имеют вид (из табл. 2):

$$\{S\} = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 10,5\}^T,$$

$$\{\Delta t_i\} = \{11,26, 40,65, 44,93, 47,68, 45,05, 43,57, 48, 52,71, 57,19, 59,46, 32,68\}^T.$$

Таблица 2. – Результаты испытаний наполнителя № 2

№	Нагрузка (Н)	Время движения поршня (сек) в пути при расстоянии (мм)									
		1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	9,0	11,26	40,65	44,93	47,68	45,05	43,57	48,0	52,71	57,19	59,46
2	9,5	0,66	3,87	5,9	6,86	7,74	9,22	10,5	11,98	13,9	16,28
3	10,0	0,32	1,17	2,31	2,92	3,44	4,17	4,73	5,27	5,59	6,03
4	10,5	0,15	0,59	1,16	1,42	1,79	2,17	2,85	2,96	3,31	4,65
5	11,0	0,12	0,24	0,56	0,59	0,82	1,05	1,13	1,62	2,74	2,38
6	11,5	0,12	0,18	0,31	0,36	0,62	0,53	0,59	0,72	1,09	0,88
7	12,0	0,12	0,17	0,26	0,28	0,32	0,36	0,34	0,37	0,37	0,38
8	12,5	0,12	0,14	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25	0,26	0,26	0,23



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	13,0	0,11	0,11	0,15	0,16	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,19
10	13,5	0,08	0,10	0,14	0,15	0,14	0,15	0,26	0,12	0,14	0,14

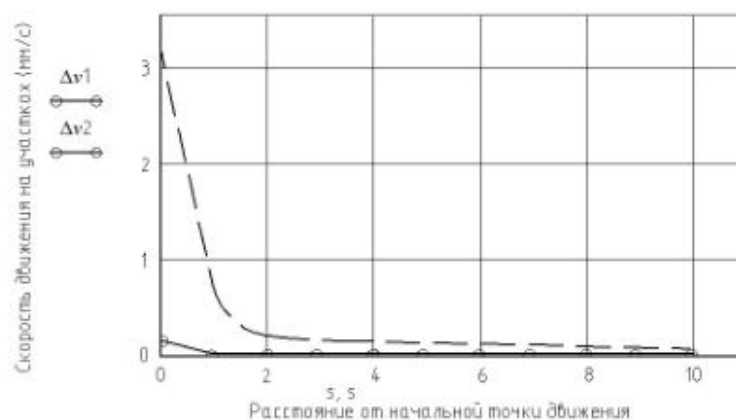


Рис. 9. График изменения скорости движения при нагрузке  $P=9,0$  Н

На рис. 9 показан сопоставительный график изменения скорости движения при нагрузке  $P=9,0$  Н при основном опыте и дополнительном, который выполнялся через 30 минут после основного опыта, — после так называемого «отдыха». Из графика видно существенное различие значений скорости в обоих случаях. В связи с этим, для последующих нагружений  $P=9,5-11,0$  Н принимались во внимание полученные результаты, соответствующие измененным характеристикам наполнителя, то есть после «отдыха». При этом, в отличие от предыдущего опыта (рис. 9) основной опыт состоял из 3 испытаний, по результатам которых определялся вектор их средних значений (для дальнейшего обобщения), который был обозначен как  $\{V_n\}$ , где  $i$  — номер опыта ( $i=1-10$ ).

Для опытов, которые были проведены после «отдыха», вектор средних значений скорости может быть обозначен как  $\{V_{av}\}$ . Тогда для всей серии опытов, зависимость скорости от нагрузки можно выразить следующим образом:

$$\{V(P)\} = \left\{ \{V_n(P)\}; \{V_{av}(P)\} \right\}, \quad (1)$$

где:

$$\{V_n\} = \begin{Bmatrix} \{V_n\}_1 \\ \vdots \\ \{V_n\}_n \end{Bmatrix}; \quad \{V_{av}\} = \begin{Bmatrix} \{V_{av}\}_1 \\ \vdots \\ \{V_{av}\}_n \end{Bmatrix}. \quad (2)$$

На рис. 10 показан график зависимостей  $V_n = V_n(P)$ ,  $V_{av} = V_{av}(P)$ , из которого следует, что обе зависимости не являются линейными и при любом уровне нагружения имеет место  $V_{av} > V_n$ .

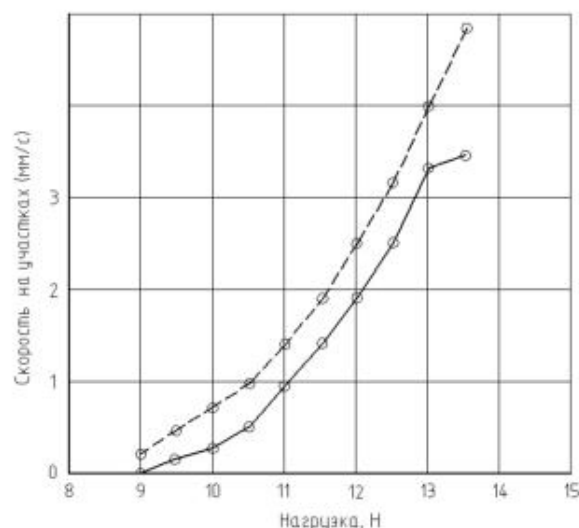


Рис. 10. График изменения средней скорости в зависимости от нагрузки

Кроме приведенных результатов выполненных опытов, дополнительно были проведены экспериментальные исследования «сухого» трения, возникающего в бп-элементе, состоящего из двух глиняных кирпичей. Для испытаний в качестве опытного образца был взят глиняный кирпич длиной (из-за технологических особенностей лабораторной установки), равной 200 мм, шириной 120 мм и высотой 65 мм (рис. 11).



Рис. 11. Установка для испытания и опытный образец (кирпич обыкновенный)

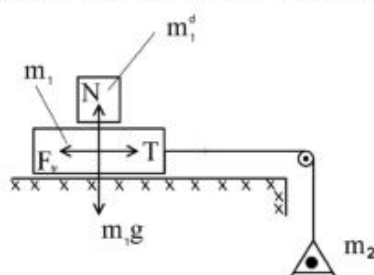


Рис. 12. Схема испытания.

$m_1$  - масса кирпича;  $m'$  - масса дополнительного груза (пригруза);

$m_2$  - масса основного груза.

Основной задачей проведения исследований являлось определение скорости взаимного движения образцов в зависимости от величины сдвигающей нагрузки. Основные этапы проведения испытания следующие:

- подготовка установки для испытания опытного образца;
- приложение нагрузки на 1-й ступени нагружения;
- то же, для каждой ступени нагружения (всего было 9 ступеней); было также предусмотрено увеличение веса испытываемого образца, путем укладки на образец дополнительного груза ( $m'$ );
- фиксирование на каждом шаге испытания времени движения штока;
- построение графика зависимости скорости движения от нагрузки.

Результаты выполненных исследований и построенный график показали, что зависимость скорости от нагрузки не является линейной.

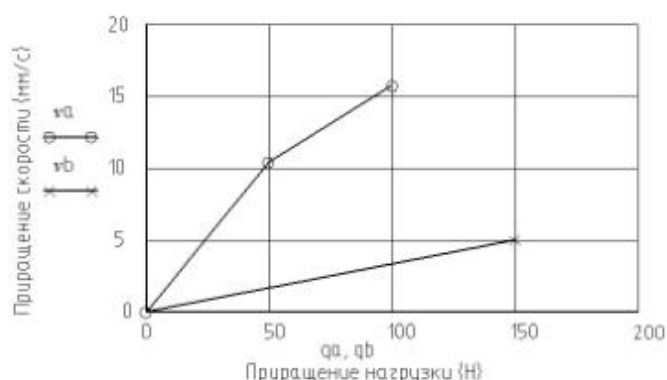


Рис. 13. Зависимость средней скорости от нагрузки



$qa$  – без пригруза;  $qb$  – с учетом пригруза ( $m_1'$ )

Анализ результатов испытаний показывает, что начало равноускоренного движения возможно только после преодоления сил трения по контакту между кирпичами. Рассмотрим далее схему нагрузок, показанную на рис. 12. Условие равновесия, полученное из рассмотрения суммы проекций сил на горизонтальную ось, имеет вид

$$T - F_n = m_1 \cdot a, \quad (3)$$

где ускорение при равноускоренном движении  $a = 2S/t^2$ , а также силы трения и давления  $F_n = k \cdot N$  и  $N = m_2 g$ . Полагая, что сила тяги  $T$  соответствует приращению инерционной силы за счет движения массы  $m_2$ ,

$$T = m_2 (g - a), \quad (4)$$

Учитывая равенства (3) и (4), получим выражение для коэффициента трения

$$k = \frac{m_2 (g - a) - m_1 a}{m_2 g}. \quad (5)$$

Принимая соотношения  $\alpha = m_1/m_2$  и  $\alpha_s = a/g$ , получим, что

$$k = \alpha - (1 + \alpha)\alpha_s, \quad (6)$$

из которого следует, что при  $m_1 = m_2$  должно соблюдаться условие  $\alpha_s < 0,5g$ . Таким образом, при известных величинах скорости, ускорения и нагрузки от опытного образца и нагрузки, вызывающей горизонтальную сдвигающую силу  $T$ , возможно определить коэффициент трения и значение силы трения  $F_n$ .

Принимая из (3), что:  $m_2 a + F_n = T$ , (7) а также выражение (4) заключаем, что последнее равенство (7) представляет собой частный случай уравнения динамики, где  $F_n = C \cdot v$  — 2-й член уравнения характеризует затухание колебаний за счет рассеивания энергии при преодолении сил сопротивления трению.

#### Выводы:

1. Экспериментальные исследования затухания колебаний в зданиях и сооружениях является важной задачей теории сейсмостойкости.

2. Диапазон скорости перемещения поршня в наполнителе № 1 составляет от 50 до 200 мм/сек, в интервале нагрузки 1,0–10,0 Н.

3. То же, в наполнителе № 2 — составляет от 0,0 до 10,0 мм/сек, в интервале нагрузки 9,0–14,0 Н.

4. Диапазон скорости перемещения штока при сдвиге кирпича составляет от 0 до 15 мм/сек, в интервале значений нагрузки от 0,0 до 1,5 Н.

5. Результаты испытаний показывают наибольшую эффективность использования анализируемых материалов при гашении колебаний при помощи сухого трения (п. 4).

#### Список литературы:

1. Адаптивные системы сейсмической защиты сооружений. Под редакцией Я.М. Айзенберга. – М.: Наука, 1978. – 233 с.
2. Городецкий А. С., Шмуклер В. С., Бондарев А. В. Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций. — Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – 889 с.
3. Ньюмарк Н., Розенблют Э. Основы сейсмостойкого строительства. – М.: Стройиздат, 1980. – 344 с.
4. Поляков С. В. Сейсмостойкие конструкции зданий (Основы теории сейсмостойкости). – М.: Высшая школа, 1983. – 304 с.
5. Шмуклер В. С., Климов Ю. А., Бурак Н. А. Каркасные системы облегченного типа. – Харьков: «Золотые страницы», 2008. – 336 с.
6. [http://www.maurer-soehne.ru/files/bauwerkschutzsysteme/pdf/en/brochure/TMD\\_RU.pdf](http://www.maurer-soehne.ru/files/bauwerkschutzsysteme/pdf/en/brochure/TMD_RU.pdf).

*Khasanov Jamila Sadykova,  
rector of Atyrau engineering Institute for the  
Humanities*

*Utepaliyev Serik Utepaliyev,  
head the Department of Informatics, automation  
and management*

*Ilyasova Saniya Ramazanova,  
head of the educational Department.*

### **Innovative technology in education as an effective system of training of specialists in high school**

Modern education is based on the individualization and differentiation of education, alternative education systems and educational institutions, flexibility and agility training program documentation, adaptability to changing socio-economic environment.

In a rapidly changing world is a speedy update the content of education, which affects the validity of educational standards. For example, Western colleagues define our educational standard as "regulating" the educational process, and not projecting "the threshold".

In developing education systems of innovation processes are implemented in the following areas: the formation of a new content of education, the development and implementation of new pedagogical technologies, creation of new kinds of educational institutions. In addition, the teaching staff of a number of educational institutions engaged in the implementation of innovations, which has already become the history of pedagogical ideas.

From the experience of foreign countries, we can conclude that the national innovation system to be effective and to bring high returns only if the country is developed, the business sector and culture of the perception of society innovation. Innovation embodied in new scientific knowledge, products, technologies, services, qualifications of personnel, methods of control, are the main factor of competitiveness in all economically developed countries.

Comparative analysis of scientific-technological and innovation activities of Kazakhstan and foreign countries have shown that the development of the national system of support and innovation in the country is at the stage of formation and thus explains some lag from the leading countries of the world where the national innovation system has been successfully in operation. Many technologically developed